

**Patent Abstracts of Japan**

PUBLICATION NUMBER : 07299586  
PUBLICATION DATE : 14-11-95

APPLICATION DATE : 02-05-94  
APPLICATION NUMBER : 06113425

APPLICANT : NIPPON STEEL CORP;

INVENTOR : SATO SOHEI;

INT.CL. : B23K 35/30 C22C 38/00 C22C 38/44

TITLE : WIRE FOR GAS METAL ARC WELDING FOR AUSTENITE STAINLESS STEEL

ABSTRACT : PURPOSE: To improve arc stability in welding with a low oxygen contained Ar gas and to suppress generation of oxidized scale, blow holes and spatters, in the gas metal arc welding for austenite system stainless steel.

CONSTITUTION: The welding wire is such that the quantities of C, Si, Mn, S, Al, Cr, Ni and Mo are stipulated, that Li: 0.001-0.01% and if necessary, Ti: 0.01-0.1% are contained, that O, Ca and Mg are regulated to be each specific quantity or less, and that the remainder is constituted of Fe and unavoidable impurities.

COPYRIGHT: (C)1995,JPO

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-299586

(43)公開日 平成7年(1995)11月14日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

B 23 K 35/30  
C 22 C 38/00  
38/44

識別記号 庁内整理番号

3 2 0 B  
3 0 2 S

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数2 FD (全6頁)

(21)出願番号

特願平6-113425

(22)出願日

平成6年(1994)5月2日

(71)出願人 000006655

新日本製鐵株式会社

東京都千代田区大手町2丁目6番3号

(72)発明者 佐藤 莊平

千葉県富津市新富20-1 新日本製鐵株式  
会社技術開発本部内

(74)代理人 弁理士 萩原 康弘 (外1名)

(54)【発明の名称】 オーステナイトステンレス鋼用ガスマタルアーク溶接ワイヤ

(57)【要約】

【目的】 オーステナイト系ステンレス鋼のガスマタル  
アーク溶接において、2%以下の低酸素量含有Arガス  
による溶接時のアーク安定性を改善し、酸化スケールや  
プローホール、スペッタの発生を抑えることを目的とす  
る。

【構成】 C、Si、Mn、S、Al、Cr、Ni、M  
o量を規定するほか、Li:0.001~0.01%、  
必要に応じ、Ti:0.01~0.1%を含有し、O、  
Ca、Mgを一定量以下に規制し、残部がFeおよび不  
可避的不純物からなることを特徴とするオーステナイト  
ステンレス鋼用ガスマタルアーク溶接ワイヤ。

1

2

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 重量%で、

C : 0. 015~0. 15%

Si : 0. 2~1. 0%

Mn : 1. 0~3. 0%

S : 0. 004~0. 015%

Al : 0. 002~0. 01%

Cr : 11~32%

Ni : 3. 0~22. 5%

Mo : 0. 001~4%

Li : 0. 001~0. 01%を含有し、

O : 0. 01%以下

Ca : 0. 005%以下

Mg : 0. 005%以下に規制し、残部がFeおよび不可避的不純物からなることを特徴とするオーステナイトステンレス鋼用ガスマタルアーク溶接ワイヤ。

【請求項2】 さらに重量%で、

Ti : 0. 01~0. 1%を含有することを特徴とする請求項1記載のオーステナイトステンレス鋼用ガスマタルアーク溶接ワイヤ。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、オーステナイトステンレス鋼のガスシールドアーク溶接において酸素含有量の少ないシールドガスを使用しても溶接作業性が良好なガスマタルアーク溶接ワイヤに関するものである。

【0002】

【従来の技術】 ステンレス鋼のガスマタルアーク溶接には、そのシールドガスとしてアークの安定性を確保する理由から、Arガスに1~5%の酸素を添加したガスを使用している。実際の使用状況として5%添加では、溶接ビード上の酸化スケールの発生が著しく、多層盛り溶接では、グラインダなどで酸化スケールを削除しながら溶接しなければならず作業効率が著しく低下する。さらに、酸素はプローホールを発生させ溶接欠陥の原因となる。

【0003】 また1%程度の酸素ではアークを安定させるのは難しく、スパッタを発生しやすくするので、2%程度を含有したものを使用する場合が多くあった。しかし、この2%酸素含有Arガスも5%と同様な溶接ビード上の酸化スケールの発生、プローホールの発生などの問題があった。現在の状況をまとめると、高品質ガスシールドアーク溶接をおこなうには酸素含有量が少ない方が良く、アーク安定性を確保するには酸素含有量が多い方が良いということになる。

【0004】 しかしながら、酸素含有量が多いシールドガスを使用してもアーク安定性が劣るワイヤもあり、単に酸素含有量だけがアーク安定性を決める要素ではない。現在では、同一条件で溶接を行った時にはほぼ同様な主要成分のワイヤ間でアーク安定性に差が出る理由とし

て、ワイヤの微量成分、特にAlの添加量が多いほどアーク安定性が悪化することが公知である。つまり、溶接材料メーカー各社のステンレス鋼用溶接ワイヤの特許出願の中で、Alの添加量を規制することで、アーク安定性が向上することが記載されている。Alはワイヤの素材を溶解して作るときに脱酸剤として使用するため、量の差はあれどのようなワイヤでも含まれる。

【0005】 Al添加量の変化はアーク安定性、特に溶滴の移行特性に大きな影響を及ぼす。図1は溶接ワイヤ先端の溶滴移行状態を示す図で、Alの添加量が多くアーケ安定性が劣るワイヤの場合である。図1のように溶滴2が涙滴状になり、母材側のプール4に対して途切れ途切れに移行することになり、溶滴が移行した時、その勢いでスパッタを発生させる。この時の溶接ビードは、蛇行が見られ均一性が失われる。なお図中1は溶接ワイヤ、3はアーケである。

【0006】 図2は図1と同様の図であるが、Alの添加量が少なくアーケ安定性が良好なワイヤの場合である。溶滴5は涙滴状にはならず、溶けるそばから母材のプール4に流れ落ち安定した移行を行う。連続した移行であるので、スパッタの発生は無く、溶接ビードは安定する。

【0007】 これら違いが生じる理由を以下に述べる。ステンレス鋼の場合、安定なCr酸化被膜が材料表面に形成され、これが保護被膜の役割をはたし、高い耐腐食性を発揮している。溶接時においてこのCr酸化被膜は、酸素を含有したシールドガスによって、アークによって溶かされた溶融ワイヤ最表面にすでに発生しており、溶融ワイヤの表面に表面張力を発生させる。しかし、溶融ワイヤの表面を覆うように完全に形成されていないので涙滴状にはならず流動性は確保される。しかしA1の微量添加により保護皮膜はさらに短時間で強固な皮膜を形成させる。このため、溶滴の表面の表面張力は増大するため、涙滴状になりやすくなる。Alの添加量が多いほどこの傾向は強い。

【0008】 このような違いは薄板(板厚2mm以下)の溶接で使用する、短絡移行域での溶接で大きな影響をおよぼす。薄板の場合、高電流で溶接すると板が溶け落ちてしまうため、電流を下げ(少なくとも150A以下)、さらに電圧を下げてアーク長を短くし、溶滴を細かいピッチで母材に付けながら短絡移行溶接をおこなう。この時、溶滴表面にCrの酸化被膜が形成されると酸化被膜による電気伝導性の悪化により、アークが発生にくくなりアーケ状態を不安定にし、溶滴先端(アークが発生しないければワイヤ先端)が母材と接触したときにスパークを発生しこの時大粒のスパッタを発生する。短絡移行の場合、この状態は特に深刻で、溶滴を主とした溶融部分が瞬時に吹き飛んでしまうために、アークが途切れてしまう場合がある。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】本発明は以上のような事情に鑑み、2%以下の低酸素量含有Arガスによる溶接時のアーク安定性を改善し、酸化スケールやプローホール、スパッタの発生を抑えることを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明は前記課題を解決するものであって、重量%で、C:0.015~0.15%、Si:0.2~1.0%、Mn:1.0~3.0%、S:0.004~0.015%、Al:0.002~0.01%、Cr:1.1~3.2%、Ni:3.0~22.5%、Mo:0.001~4%、Li:0.001~0.01%、必要に応じ、Ti:0.01~0.1%を含有し、O:0.01%以下、Ca:0.005%以下、Mg:0.005%以下に規制し、残部がFeおよび不可避的不純物からなることを特徴とするオーステナイトステンレス鋼用ガスマルタルアーク溶接ワイヤである。

【0011】

【作用】本発明は、Alを規制しLiを添加することで表面張力と電気伝導度を制御し溶滴の流動性を向上させることを特徴とする。すなわちLi元素を添加することで、ワイヤ溶融時に溶滴に生ずるCr酸化被膜の発生速度を制御し、溶滴の流動性を確保し、優れた作業性を実現した。

【0012】ワイヤが溶かされ溶滴になると、はじめに初期酸化が起こる。これは、溶滴最表面に発生するごく薄い酸化膜で外気と溶滴内部を遮断する。この時、表面張力は溶滴の移行状態を左右するほど発生してはいない。これ以後の酸化は、イオンの形で侵入する酸素によって行われる。したがって、酸素分圧は低くなり、この後は低い酸素分圧で酸化する元素が優位的に酸化される。主要成分のなかではCrが選択的に酸化される。ここにLiが添加されると、Crより低い酸素分圧で酸化するため微量添加であっても酸素との結合力が大きい。

【0013】図3は、Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の酸化被膜を模式的に示した図である。また、図4はLiが添加された場合のCr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の酸化被膜を模式的に示した図である。Li無添加の場合、図3のような密で電気的バランスのとれたCr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>が発生し強固な酸化被膜を形成しこれ以上の酸化は止まる。これに対しLiが添加されるとLiがCr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>に固溶した形で酸化被膜を形成するため電気的バランスが崩れ、密な酸化被膜の形成は遅れる。Crの酸化速度は減じられ、また溶滴全体を被膜が覆うような完全な形成は遅れる。この結果、溶滴の流動性は確保され、またCr酸化被膜形成による電気伝導度の悪化から逃れることができる。

【0014】以上のような効果は、さらに酸素分圧の低い、したがってシールドガス内の酸素含有量が少ない場合には、強調されることになる。酸素含有量が少ないシールドガスを使用することができれば、金属光沢のある

プローホールの少ない溶接が可能になる。以下に本発明ワイヤの各成分の作用を示す。

【0015】C:Cは強度を高めるために0.015%以上添加するが、添加しすぎると炭化物を発生させ韧性を低下させる。よって0.15%以下とする。

【0016】Si:溶滴の表面張力を抑える効果があるので0.2%以上添加するが、溶接金属の強度低下を招きやすく1.0%以下とする。

【0017】Mn:脱酸、脱硫剤として1.0%以上添加するが、多すぎると耐食性、耐酸化性が劣化するので3.0%以下とする。

【0018】S:溶滴の表面張力を下げる効果があるが、0.004%未満ではその効果が小さく、また0.015%超では粒界などに硫化物を生成する可能性があるので、0.004%~0.015%とする。

【0019】Al:脱酸剤として添加されるが溶滴の移行特性に最も影響が大きく、脱酸剤として最低量の0.002%程度でも溶滴の酸化被膜を強化して玉状の溶滴にする。過剰な添加は溶滴移行を害するので0.01%以下とする。

【0020】Cr:ステンレス鋼の必須成分で、不動態皮膜を形成し、耐酸化性、耐食性を向上させるが、1.1%未満では、その特性が十分に保持できず、3.2%を超えるとシグマ相の晶出が起こりやすく、ワイヤ製造工程において加工性が劣化するので、1.1%~3.2%とする。

【0021】Ni:オーステナイト生成元素でオーステナイトを安定化させ、耐食性、韧性を向上させるため3.0%以上添加するが、加工性が劣化するので、2.5%以下とする。

【0022】Mo:組織を強化し、耐食性およびクリープ強度を向上させるため0.001%以上添加するが、4%を超えるとシグマ相の生成を助長させ、延性が低下し、ワイヤ製造工程において加工性が劣化するので、4%以下とする。

【0023】Li:LiはCrの酸化被膜の間に入り、酸化速度を減少させるため酸化被膜による溶滴移行の障害が抑えられ、またCrの酸化被膜を未完成とすることにより電気伝導性が向上する。しかし、添加量が多すぎるとCr酸化被膜による耐食性を劣化させるため添加量に限界があり0.001~0.01%とする。

【0024】O:Oは介在物の生成や粒界に酸化物を発生させ粒界を弱ぐするため0.01%以下とする。

【0025】Ca、Mg:Ca、Mgは強酸化性であり、溶滴の最も早い時点で酸化してスラグとなり溶滴における電気伝導性を不安定にするため、できる限り少ない方がよい。よってそれぞれ0.005%以下とする。

【0026】Ti:必要に応じて添加する元素である。TiO<sub>2</sub>は半導体酸化物としてよく知られているが、これは酸化したときに電気伝導性が良いことを示す。ゆえ

にTiは0.01%以上添加すればこの効果が得られ、アーチ安定性、スパッタ発生、ビード外観共に改善される。しかしあまりに多いと溶接金属の組織に影響がでるため0.1%以下とする。

## 【0027】

【実施例】本発明による成分のワイヤと、比較例として用意したワイヤを、ビードオンプレートにより、溶接作業性の比較をおこなった。この時の溶接条件を表1に示\*

\*す。なお、シールドガスはアーケを不安定にしやすくするため、酸素含有量が少ない、Ar+0.5%O<sub>2</sub>を使用した。また、電流・電圧条件は、通常の条件のほか、短絡特性を調査するため短絡移行条件も同時に実施した。

## 【0028】

【表1】

溶接極性		直流逆極性(電極プラス)	
溶接姿勢		下向(ヒートオンフレート)	
シールドガス		Ar+0.5%O <sub>2</sub>	
流量		1.5 l/min	
溶接電流		200 A	
溶接電圧		2.4~2.6 V	
短絡移行条件	溶接電流	120 A	
	溶接電圧	1.4~1.6 V	
溶接速度		40 cm/min	
ワイヤ突出量		1.5 mm	
母材		SUS304: 6t×75w×400l	

【0029】各ワイヤの化学成分を表2に、前述の溶接条件による溶接作業性の評価を表3に示す。A1~A6 30 【表2】

は、本発明によるワイヤである。

※

ワイヤ記号	ワイヤの化学成分(重量%)													
	C	Si	Mn	Ni	Cr	Mo	S	O	Al	Ca	Mg	Ti	Li	
本発明	A1	0.05	0.35	1.82	9.77	19.91	0.04	0.007	0.0074	0.002	0.0001	0.0001	<0.002	0.008
	A2	0.05	0.48	1.97	9.80	19.86	0.05	0.005	0.0069	0.003	0.0001	0.0001	0.000	0.008
	A3	0.05	0.40	1.98	12.40	24.10	0.04	0.007	0.0051	0.002	0.0001	0.0001	<0.002	0.010
	A4	0.02	0.43	1.79	9.67	19.38	0.07	0.006	0.0046	0.003	0.0001	0.0001	0.002	0.009
	A5	0.04	0.35	1.52	12.20	19.00	2.47	0.005	0.0070	0.003	0.0001	0.0001	0.002	0.009
	A6	0.01	0.62	2.80	12.80	27.30	0.99	0.005	0.0000	0.003	0.0001	0.0001	<0.002	0.009
比較例	B1	0.05	0.33	1.79	9.80	19.76	0.05	0.004	0.0051	0.002	0.0001	0.0001	<0.002	0.0001
	B2	0.05	0.30	1.84	9.90	19.77	0.05	0.005	0.0060	0.015	0.0001	0.0001	<0.002	0.0001
	B3	0.06	0.31	1.92	9.90	19.85	0.05	0.006	0.0056	0.002	0.0026	0.0001	<0.002	0.015

【0031】

【表3】

ワイヤ記号	溶接作業性の評価				
	アーク安定性	スパッタ発生	短絡特性	ビード外観	総合判定
本発明	A1	◎	◎	◎	◎
	A2	◎	◎	◎	◎
	A3	◎	◎	◎	◎
	A4	◎	◎	◎	◎
	A5	◎	◎	◎	◎
	A6	◎	◎	◎	◎
比較例	B1	△	△	×	△
	B2	×	×	×	×
	B3	◎	◎	◎	×

※アーク安定性：◎非常に良好、○良好、△やや劣る、×劣る  
 スパッタ発生：◎まったく無い、△やや発生、×多い  
 短絡特性：◎移行が非常に安定、△やや不安定、×不安定  
 ビード外観：◎金属光沢、△灰色の酸化被膜、×黒い酸化スケール

【0032】ワイヤ記号A1は、基本成分がステンレス鋼の代表的な汎用鉄柄の成分であり、これにLiを添加したものである。アークの安定性は良く、スパッタの発生はまったく無い。短絡特性も溶滴の移行状態が安定している。溶接後のビード外観も金属光沢があり非常に良好である。

【0033】A2は、A1成分にさらにTiを添加したものである。アーク安定性、スパッタ発生、ビード外観共に良好である。この成分の場合、短絡特性が非常に良く、A1よりもさらにスパッタの発生が少なくなる。

【0034】A3～A6は、主要成分範囲が違うものであり、それぞれにLiを添加したもので、アーク安定性は良好で、スパッタ発生はまったく無く、短絡時の移行状態も安定している。ビード外観も金属光沢であった。

【0035】これに対し比較例B1は、汎用鉄柄の成分でA1を制限したものである。本発明に比べ、アーク安定性が悪くなり、それにともないスパッタが発生する。短絡特性は移行状態が不安定になり、スパッタが大粒になる。ビード外観は、金属光沢がある。

【0036】B2は、汎用鉄柄の成分にA1の含有量が多いものである。アークは非常に不安定で上下動が大きく、また大粒のスパッタを発生する。短絡特性も移行状態が非常に不安定でスパッタも大粒で大量に発生する。総じて、B1よりも悪い。ビード外観は金属光沢である。

【0037】B3は、Liを本発明よりも多く添加したもので、アーク安定性、スパッタ発生、短絡特性共に非常によい。ただし、ビード外観は、灰色に酸化される。これはCr酸化被膜の形成が遅れ、保護効果が劣っていると思われる。

### 【0038】

【発明の効果】本発明の成分構成によるワイヤにすることで、酸素含有量の少ないシールドガスを使用しても良好なアーク安定性が得られ、またスパッタの少ない短絡移行溶接ができ、効果的に酸化スケールの少ないビードが得られ、ガスマタルアーク溶接を高品質で行うことができる。

### 【図面の簡単な説明】

【図1】A1添加量が多い場合の溶滴移行状態を示す図

【図2】A1添加量が少ない場合の溶滴移行状態を示す図

【図3】Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の酸化被膜を模式的に示す図

【図4】Liが添加された場合のCr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の酸化被膜を模式的に示す図

### 【符号の説明】

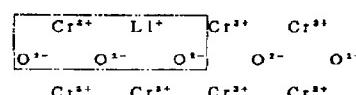
1 溶接ワイヤ

2, 5 溶滴

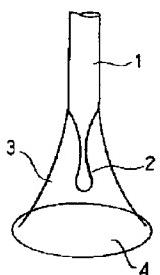
3 アーク

4 ブール

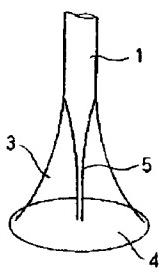
### 【図4】



【図1】



【図2】



【図3】

